

OLEAGINEUX

Revue internationale des corps gras



INFLUENCE DU RÉGIME DES EAUX SUR L'EFFICACITÉ DES ENGRAIS DANS LA CULTURE DE L'ARACHIDE AU SÉNÉGAL

J. GAUTREAU

Ingénieur Agricole
Section I. R. H. O. du C. R. A. de Bambey (Sénégal)

L'eau, véhicule indispensable des éléments fertilisants, peut, lorsqu'elle est en quantité trop faible, réduire l'efficacité des engrais et les possibilités d'alimentation des plantes.

Au Sénégal, on sait que la pluviosité va en décroissant du Sud, où elle est abondante, vers le Nord où elle est insuffisante. De nombreuses observations ont montré qu'il existait un seuil au-dessous duquel la quantité d'eau disponible pendant le cycle végétatif devient trop faible pour assurer une assimilation convenable des éléments minéraux. La répartition de cette eau au cours de la saison culturale constitue également un facteur très important.

Nous allons essayer de préciser l'influence du régime des eaux sur l'efficacité des principaux engrais en comparant les résultats obtenus sur plusieurs essais. Ceux-ci, effectués sur arachide, ont été implantés dans diverses régions du Sénégal où les conditions de pluviométrie sont très différentes d'une année à l'autre.

I. — INFLUENCE DU RÉGIME DES EAUX SUR L'EFFICACITÉ DES ENGRAIS DANS LE NORD SÉNÉGAL

L'I. R. H. O. a mis en place, depuis plusieurs années, de nombreux essais (en station ou chez les cultiva-

teurs) dans les régions de Louga et de Tivaouane, caractérisées par des pluies assez irrégulières, souvent très faibles et mal réparties. Les caractéristiques climatiques font que les années culturales sont souvent

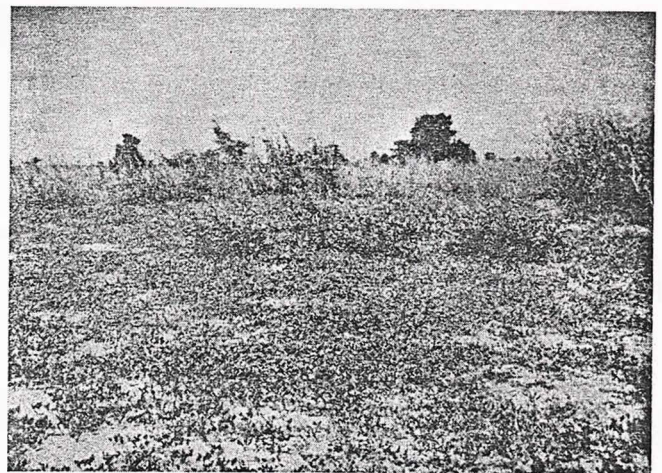


Fig. 1. — Louga : effet de la sécheresse à la fin d'août.
Les feuilles sont grillées.

TABLÉAU I

Effet de l'azote et du phosphore en fonction du régime pluviométrique

| Années | Dose de N | Teneur de la feuille en N | | Rendement gousses/ha sans N | Effet de N | | Rendement fanes/ha sans N | Effet de N | |
|------------|-------------------------------|---------------------------|---------|-----------------------------|------------|------|---------------------------|------------|------|
| | | Sans N | Avec N | | kg/ha | % | | kg/ha | % |
| 1962 | 75 kg de sulfate d'ammoniaque | 3,35 | 3,31 | 500 | — 19 | — 4 | 820 | 138** | 17 |
| 1963 | | 3,87 | 3,88 | 1.600 | + 200 | + 13 | 2.055 | 530** | 26 |
| Années | Dose de P | Teneur de la feuille en P | | Rendement gousses/ha sans P | Effet de P | | Rendement fanes/ha sans P | Effet de P | |
| | | Sans P | Avec P | | kg/ha | % | | kg/ha | % |
| 1962 | 37 kg de phosphate bicalcique | 0,199 | 0,224* | 490 | + 12 | + 2 | 880 | + 7 | + 1 |
| 1963 | | 0,177 | 0,209** | 1.610 | + 180 | + 11 | 2.145 | + 350** | + 16 |

très différentes au double point de vue de la végétation de l'arachide et de son rendement.

De nombreux résultats d'essais, en particulier à Louga, montrent que l'action annuelle des engrais est très variable et qu'il y a une relation entre l'effet de la fumure et les conditions pluviométriques de l'année.

1. Essai NPK Ca Mg.

En 1962 et 1963, années de régimes pluviométriques très dissemblables, on a obtenu des effets très différents du phosphore et de l'azote (la potasse ne marquant pas ou peu à Louga).

Les augmentations de rendements dues à l'azote et au phosphore apparaissent dans le tableau I (effets directs).

Données climatiques en 1962 et 1963.

L'année 1962 a été caractérisée par une pluviométrie très faible (333 mm contre 416 en moyenne) et surtout par une très mauvaise répartition des pluies : les semis n'ont été effectués que le 29 juillet. Le mois de septembre a été très sec, la floraison utile écourtée (25 jours). La défoliation était importante dès le 50^e jour du cycle.

Au contraire les conditions climatiques de 1963 ont été favorables : la pluviométrie totale fut de 486 mm, les semis ont été réalisés d'une façon satisfaisante au

début juillet. La répartition a été bonne tout au long du cycle (excepté une petite période de sécheresse du 13 au 24 août). La maturation de l'arachide a été favorisée par des pluies tardives (1^{re} quinzaine d'octobre).

Effet de l'azote.

En 1962 et 1963 : effet hautement significatif sur le rendement en fourrage, l'effet absolu en 1963 étant d'ailleurs beaucoup plus important qu'en 1962. Les résultats du diagnostic foliaire ne reflètent pas cette constatation à cause du phénomène de dilution (la plante absorbe plus d'azote, mais son feuillage se développe plus, et la teneur des feuilles en azote n'augmente pas).

Aucune efficacité du sulfate d'ammoniaque en 1962 sur le rendement en gousses. Par contre l'effet de l'engrais est de 200 kg en 1963, année pluvieuse.

Effet du phosphore.

Aucun effet en 1962 sur les rendements en gousses et en fourrage. Effet hautement significatif en 1963 sur le fourrage. Le rendement en gousses passe de 1610 kg/ha à 1790 (+ 180 kg).

Conclusion. — L'efficacité du sulfate d'ammoniaque et du phosphate bicalcique est améliorée à Louga par un régime pluviométrique favorable (bonne répartition des pluies permettant de semer tôt, pas de période de sécheresse).

2. Essais de confirmation de la région de Louga.

L'effet global des fumures minérales s'observe également dans la région de Louga sur les divers essais de confirmation mis en place depuis 1957. Une formule de fumure apportant à l'hectare 70 kg de sulfate d'ammoniaque, 30 kg de bicalcique et 3 kg de Nutramine (mélange d'oligo-éléments) a permis d'obtenir les suppléments de rendements portés au tableau II.

En 1957, les conditions climatiques ont été assez favorables : pluviométrie supérieure à la normale, semis effectué début juillet. Néanmoins le rendement a été affecté par une sécheresse sévère de 20 jours en début de floraison. L'effet de l'engrais est moyen (255 kg/ha).

En 1958, la pluviosité a été abondante mais très mal répartie : il est tombé 385 mm en août. Les plantes ont subi une sécheresse absolue de 40 jours. Les rendements sont très faibles. L'effet de l'engrais est insignifiant (30 kg/ha).

En 1959, il n'est tombé que 304 mm mais la répartition a été satisfaisante et le semis précoce. Les plantes ont bien résisté et les rendements ont été très bons. L'effet de l'engrais est considérable : 600 kg/ha.

La campagne a bien débuté en 1960. Cependant l'arrêt précoce des pluies n'a pas permis d'obtenir le rendement que l'on pouvait espérer en cours de cycle. L'effet de l'engrais est assez élevé : 300 kg/ha.



Fig. 2. — Louga : effet de la fumure (75 kg/ha de sulfate d'ammoniaque et 37,5 kg/ha de phosphate bicalcique).

TABLEAU II
Essais de confirmation de la région de Louga

| Années | Pluviométrie totale | Appréciation | Rendements | | Effet engrais (kg/ha) | Nombre d'essais |
|------------|---------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------|-----------------|
| | | | sans engrais | avec engrais | | |
| 1957 | 429 | *** | 1.140 | 1.395 | 255 | 1 |
| 1958 | 518 | * | 440 | 470 | 30 | 2 |
| 1959 | 304 | **** | 1.230 | 1.825 | 595 | 4 |
| 1960 | 389 | *** | 1.025 | 1.320 | 295 | 5 |
| 1961 | 422 | *** | 1.010 | 1.520 | 510 | 5 |
| 1962 | 333 | * | 365 | 430 | 65 | 6 |
| 1963 | 486 | *** | 1.105 | 1.530 | 425 | 6 |
| 1964 | 445 | ** | 700 | 945 | 245 | 6 |
| 1965 | 425 | ***** | 1.380 | 1.780 | 400 | 6 |

REMARQUE : Ces essais de confirmation sont assez éloignés les uns des autres et nous ne disposons pas de données météorologiques précises pour chacun d'eux.

On s'est contenté d'apprécier la « qualité » de la pluviosité dans la colonne 3 du tableau selon le barème :

* : mauvaise année climatologique (Type : précipitations très inférieures à la moyenne, semi-tardif, fortes périodes de sécheresse aux stades sensibles, arrêt précoce des pluies).

** : année médiocre.

*** : année moyenne.

**** : bonne année.

***** : année exceptionnelle.

La pluviométrie globale est mesurée à Louga et n'est donnée qu'à titre indicatif.

1961 et 1963 ont été des années assez bonnes caractérisées par une pluviométrie légèrement supérieure à la moyenne (416 mm sur 28 ans) et correctement répartie. Les rendements sans fumure sont du même ordre pour les deux années : environ une tonne, et les suppléments de rendements dus à l'engrais ont été très importants : 510 et 425 kg.

Comme on l'a déjà vu, l'année 1962 a été mauvaise : l'hivernage a débuté très tard. Le rendement moyen des essais de confirmation est tombé à 365 kg. L'effet de l'engrais est très limité puisque l'augmentation de rendement n'atteint que 65 kg/ha.

Bien que la pluviométrie ait été supérieure à la moyenne en 1964, la répartition a été très mauvaise et les arachides ont beaucoup souffert de la sécheresse. Le mois d'août a été abondamment arrosé (200 mm), puis la sécheresse a sévi du 5 au 17 septembre. La dernière pluie utile est tombée le 24 septembre, soit au 72^e jour après le semis. En conséquence le rendement est peu élevé (effet de l'engrais 245 kg).

Il n'y avait pas eu à Louga, depuis de nombreuses années, des conditions climatiques aussi bonnes qu'en 1965. La pluviométrie est moyenne mais bien répartie, le semis a été effectué tôt. L'abondante pluviosité de septembre a permis la maturation normale des variétés tardives. Les rendements sont exceptionnels pour Louga. Effet de la fumure : 430 kg/ha (estimation).

3. Essais de confirmation de la région de Thiès.

On observe un comportement analogue des engrais dans la région de Thiès où des essais de confirmation

du même type sont en place depuis 1960 (Tableau III).

La formule d'engrais utilisée diffère de la précédente. Le sol de cette région est bien pourvu en phosphore (tache de Thiès) mais manque de potasse. On apporte par hectare 50 kg de sulfate d'ammoniaque (environ 10 unités d'azote), 50 kg de ClK (soit 30 unités de K₂O) et 3 kg de Nutramine.

La pluviosité des campagnes 1960 et 1961 a été inférieure à la moyenne (606 mm) mais la répartition des pluies a été excellente, aussi les rendements sans fumure dépassent-ils 1100 kg. L'effet de l'azote et surtout celui de la potasse sont très importants au cours de ces deux années : 500 et 420 kg/ha.

Comme à Louga, 1962 a été une mauvaise année dans cette région. Le total des pluies a été de 399 mm, inférieur de 25 % à la moyenne. Très mauvaise distribution des précipitations. Les rendements sont tombés à 700 kg/ha ; l'effet de la fumure a été faible, environ le quart de ce qu'il est en année favorable.

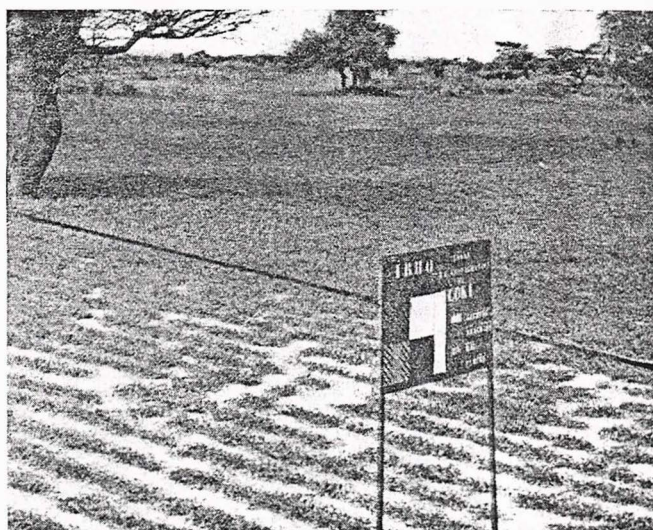


FIG. 3. — 1959 : essai de confirmation de Coki. Au premier plan sans engrais, au fond avec engrais.

TABLEAU III

Essais de confirmation de la région de Thiès

| Années | Pluviométrie totale | Appréciation | Rendements | | Effet engrais (kg/ha) | Nombre d'essais |
|------------|---------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------|-----------------|
| | | | sans engrais | avec engrais | | |
| 1960 | 441 | **** | 1.125 | 1.625 | 500 | 1 |
| 1961 | 569 | **** | 1.110 | 1.530 | 420 | 2 |
| 1962 | 399 | * | 700 | 825 | 125 | 2 |
| 1963 | 544 | *** | 825 | 1.170 | 345 | 2 |
| 1964 | 764 | *** | 1.100 | 1.300 | 200 | 2 |
| 1965 | 422 | **** | 1.365 | 1.835 | 470 | 3 |

La pluviométrie indiquée est celle de la station de Tivaouane. La 3^e colonne du tableau donne une appréciation des conditions climatiques annuelles.

1963 est une année moyenne : la pluviométrie est assez élevée, mais une 1^{re} période de sécheresse du 8 au 20 juillet a diminué la levée. Une 2^e période sèche est survenue au moment de la floraison. Le rendement sans engrais est assez faible, mais la plus-value due à la fumure atteint 345 kg/ha.

L'année 1964 s'est caractérisée par une pluviosité abondante et une répartition médiocre. Les plantes ont souffert de la sécheresse. Le cycle a été écourté.

Les pluies de 1965 ont été assez bien réparties et l'année peut être considérée comme bonne. Les rendements sont élevés et l'effet de l'engrais est important (estimation 510 kg/ha).

4. Conclusion. Dans les régions à faible pluviométrie du Nord-Sénégal l'efficacité des engrais diffère selon que les pluies sont rares ou abondantes, bien ou mal réparties. En année favorable, les suppléments de rendement, obtenus avec une faible fumure sont importants (500, 600 kg/ha). Au contraire, lorsque les pluies sont insuffisantes ou irrégulièrement distribuées, l'effet de la même fumure est faible et permet à peine de rentrer dans les frais qu'elle a causés.

II. — INFLUENCE DE LA PLUVIOSITÉ SUR L'EFFICACITÉ DES PHOSPHATES DU SÉNÉGAL

La production abondante de phosphates au Sénégal pose le problème de l'assimilabilité de phosphore. Ces phosphates sont en effet peu solubles : tricalcique

TABLEAU IV

Actions des phosphates tricalciques et du Phospal à hautes doses (Rendement de l'arachide en kg de gousses à l'hectare)

| | | 1956 (1) | 1957 (2) | 1958 (1) | 1959 (2) | 1960 (1) | 1961 (2) | 1962 (1) | 1963 (2) | 1964 (1) | Moy./ an |
|-----------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Louga | Pluviométrie (mm)... | 249 | 429 | 518 | 304 | 389 | 422 | 333 | 486 | 445 | 397 |
| | 600 kg tricalcique | — | — | — 150** | — 13 | + 130 | + 190 | + 30 | + 565** | + 155 | + 130 |
| | 800 kg schlams | — | — | — 170** | — 55 | + 265* | + 120 | + 20 | + 580** | + 125 | + 126 |
| | 800 kg Phospal | — 90 | + 240* | — 70 | — 220 | + 30 | + 170 | + 30 | + 175 | — | 33 |
| 96 | | | | | | | | | | | |
| Tivaouane | Pluviométrie | 419 | 617 | 684 | 336 | 441 | 569 | 399 | 545 | 764 | 530 |
| | 600 kg tricalcique | — | — | + 50 | + 230** | + 80 | + 30 | — 10 | + 90 | + 205 | + 95 |
| | 800 kg schlams | — | — | + 90 | + 300** | + 180 | + 100 | + 60* | + 160 | + 345 | + 176 |
| | 800 kg Phospal | + 15 | + 65 | + 15 | — | — 20 | — | — | — | — | 12 |
| 94 | | | | | | | | | | | |
| Darou | Pluviométrie | 815 (3) | 980 | 1.115 | 590 | 717 | 522 | 398 | 635 | 779 | 728 |
| | 600 kg tricalcique | — | — | + 530** | + 620** | + 640** | + 340* | + 480* | + 310** | + 625** | + 506 |
| | 800 kg schlams | — | — | + 590** | + 540** | + 620** | + 510** | + 480* | + 445** | + 685** | + 553 |
| | 800 kg Phospal (4) ... | + 1.130** | + 830** | — | + 690** | — | + 710** | — | + 655** | — | + 803 |
| 621 | | | | | | | | | | | |

(1) Effet direct.

(2) Effet résiduel.

(3) Chiffres se rapportant à l'année 1955.

(4) Pour l'essai Phospal de Darou : effet direct sur l'arachide.

de Taïba, phosphate aluminocalcique (Phospal) de la région de Thiés, résidus de fabrication du tricalcique ou schlams. Il importait donc de déterminer les zones qui, par leur pluviométrie, permettent une bonne utilisation de ces phosphates épandus en fumure de fond.

1. Essais Phospal-phosphates tricalciques à hautes doses.

Une série d'essais étudiant l'action de fortes doses de Phospal, de tricalcique et de schlams a été implantée depuis 1956 à Louga, Tivaouane et Darou.

En outre, en 1957 et 1958 un essai de Bambey comparait l'effet du bicalcique et du Phospal sous des régimes pluviométriques différents.

Les résultats obtenus ont permis de définir les conditions dans lesquelles l'application en fumure de fond de ces phosphates était intéressante, une des conditions essentielles étant une pluviosité suffisante.

Les chiffres du tableau IV montrent combien l'assimilabilité du P_2O_5 est étroitement liée à la pluviosité. Ce tableau indique l'effet résumé de 800 kg de Phospal, de 800 kg de schlams de 600 kg de tricalcique de 1956 à 1964.

A Louga, l'effet du Phospal est insignifiant (+ 35 kg sur 8 ans). Jusqu'en 1962 l'effet du tricalcique et des schlams était pratiquement nul, mais la pluviosité favorable de 1963 a perturbé la moyenne : effet résiduel de 570 kg pour chaque engrais. La moyenne des effets de 1958 à 1964 s'est ainsi élevée à + 130 kg pour le tricalcique et à + 126 kg pour les schlams. En année normale cependant, la pluviométrie de Louga ne permet pas de rentabiliser une fumure de fond à base de fortes doses de tricalcique, de schlams ou de Phospal.

Il en est de même à Tivaouane où l'effet de tricalcique et des schlams est négligeable sauf en 1964. Le Phospal n'a aucune action.

Par contre, la forte pluviométrie de Darou (région de Kaolack) rentabilise au maximum une fumure de fond à base de tricalcique, de schlams et surtout de Phospal. C'est ainsi que sur une période de 11 ans, 6 cultures d'arachides ont permis d'obtenir un supplément de récolte de 4045 kg de gousses (pour une dose de 800 kg de Phospal = effet résiduel).

Toutes ces considérations nous conduisent à penser que l'utilisation du Phospal et des tricalciques en fumure de fond n'est possible au Sénégal que dans des

régions à pluviosité abondante, ce dernier facteur régissant principalement la solubilisation de ces phosphates.

2. Actions comparées du bicalcique et du Phospal en conditions de pluviométrie différentes (Bambey).

Un essai en parcelles temporairement couvertes a été implanté en 1957 à Bambey et reconduit en 1958. On se proposait d'étudier l'effet du bicalcique et du Phospal en fonction d'une pluviométrie normale, réduite et excédentaire (arrosages artificiels).

Le bicalcique était apporté à la dose de 75 kg/ha, le Phospal à raison de 88 kg/ha (soit 30 kg de P_2O_5 pour les deux engrais). Une fumure complémentaire était également appliquée.

La pluviométrie des différents traitements en 1957 et 1958 est résumée dans le tableau V.

La pluviosité dite « normale » de 1958 est supérieure à celle de 1957. Elle est égale à la pluviosité excédentaire de 1957.

Résultats : ils apparaissent dans le tableau VI (rendement en kg de gousses à l'hectare).

En 1957, la réponse à la pluviométrie est hautement significative. La réponse au phosphate est significative (par rapport au témoin sans phosphore) en conditions de pluviosité abondante : 1940 kg contre 1700. Lorsque la pluviométrie est réduite ou normale le bicalcique ne provoque pas d'augmentation significative de rendement.

Lorsque la pluviométrie est normale, la réponse au Phospal est légèrement dépressive (— 80 kg). Par contre, lorsque la quantité d'eau est plus élevée, le Phospal a un effet significatif sur le rendement (+ 250 kg).

On note finalement qu'en 1957, l'apport d'eau supplémentaire (réalisé d'ailleurs dans d'assez mauvaises conditions) a augmenté fortement la réponse aux engrais étudiés. La pluviométrie dite normale n'a pas été suffisante pour provoquer un effet significatif du bicalcique et du Phospal.

Les rendements en 1958 sont moins élevés (sol moins riche). La pluviosité réduite abaisse très significativement les rendements (baisse de 19 % en 1957, de 35 % en 1958).

Le bicalcique a une action favorable dans les 3 cas (R, N, E). Le Phospal est sans action en R, a un effet

TABLÉAU V

| Traitement de pluviométrie | 1957 | | | 1958 | | |
|-------------------------------|---------|---------|--------------|---------|---------|--------------|
| | réduite | normale | excédentaire | réduite | normale | excédentaire |
| Pluviométrie en mm | 346 | 637 | 737 | 320 | 645 | 787 |
| Nombre de jours de pluie..... | 14 | 28 | 33 | 20 | 37 | 51 |

TABLEAU VI

| Pluviométrie Fumure | 1957 | | | | 1958 | | | |
|------------------------|------------------|--------------|---------------|---------|------------------|--------------|---------------|---------|
| | Réduite R | Normale N | Excédent E | Moyenne | Réduite R | Normale N | Excédent E | Moyenne |
| Témoin (sans P) | 1.400 | 1.890 | 1.700 | 1.660 | 790 | 1.210 | 1.180 | 1.060 |
| Bicalcique | 1.480 | 1.920 | 1.940 | 1.780 | 950 | 1.290 | 1.480 | 1.240 |
| Phospal | 1.390 | 1.810 | 1.950 | 1.715 | 790 | 1.390 | 1.380 | 1.190 |
| | PPDS 5 % = 228* | | | | PPDS 5 % = 206* | | | |
| | PPDS 1 % = 307** | | | | PPDS 1 % = 277** | | | |

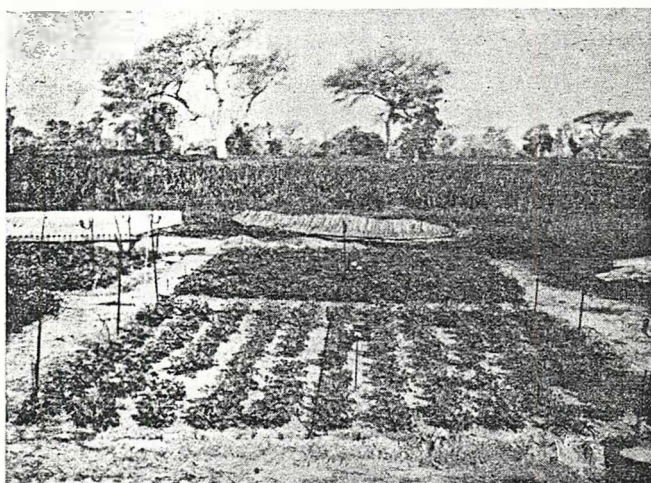


FIG. 4. — Bambeï : Influence de la pluviosité sur la solubilisation du Phospal. Au premier plan, parcelle à pluviosité réduite ; au second plan, parcelle à pluviosité supplémentaire.

assez important en N (même effet qu'en 1957 pour E), et en E. L'efficacité du Phospal augmente donc beaucoup lorsqu'on passe d'une pluviométrie faible à une pluviométrie élevée.

III. — CONCLUSION GÉNÉRALE

Dans plusieurs régions du Sénégal, l'efficacité des engrais dépend, dans une mesure du régime des eaux. Lorsqu'un élément majeur manque dans les sols d'une région recevant des précipitations irrégulières d'une année sur l'autre, l'effet de l'engrais apportant cet élément est très variable.

Il est en général très important lorsque les pluies ont été correctement réparties, il est très faible lorsque la ou les périodes de sécheresse ont été intenses, ou que les précipitations, tout en étant abondantes, ont été très irrégulièrement distribuées.

La solubilisation des phosphates tricalciques et du Phospal est également dépendante du régime des eaux. Ce n'est pas le seul facteur, la mise à la disposition pour la plante du phosphore faisant intervenir bien d'autres données.

Les essais effectués depuis dix ans par l'I. R. H. O. au Sénégal ont cependant permis de délimiter assez bien, selon la pluviométrie qu'elles reçoivent, les zones où les fumures de fond phosphatées sont le mieux adaptées.

BIBLIOGRAPHIE

- A. BOCKELÉE-MORVAN. — Recherches de l'I. R. H. O. sur l'utilisation des phosphates du Sénégal en fumure de fond pour l'arachide. *Oléagineux*, nov. 61, pages 685-691.
- P. PREVOT et P. GILLIER. — Fumures minérales de l'arachide au Sénégal. *Oléagineux*, nov. 60, pages 783-791.
- Rapport annuel de la Section I. R. H. O. de Bambeï, 1958.
- Rapports annuels de l'I. R. H. O. de 1954 à 1964.
- A. GROS. — Les Engrais. Guide pratique de la fertilisation, Paris, La Maison Rustique, 2^e éd., 1960.